

**PRODUCCIÓN Y OSMOACONDICIONAMIENTO DE SEMILLA  
DE CHILE ANCHO**

**RODOLFO RAMÍREZ MANZANAREZ**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRO**

**EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**



**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Diciembre de 2006**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**PRODUCCIÓN Y OSMOACONDICIONAMIENTO DE SEMILLA DE**

**CHILE ANCHO**

**TESIS**

**POR**

**RODOLFO RAMÍREZ MANZANAREZ**

**Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y**

**aprobada como requisito parcial para optar al grado de:**

**MAESTRO**

**EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

**COMITÉ PARTICULAR**

**Asesor principal:**

\_\_\_\_\_

**Dra. Norma Angélica Ruíz Torres**

**Asesor:**

\_\_\_\_\_

**Dr. Froylán Rincón Sánchez**

**Asesor:**

\_\_\_\_\_

**Dr. Valentín Robledo Torres**

\_\_\_\_\_

**Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Director de Postgrado**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre de 2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS:

Por brindarme la oportunidad para lograr esta meta y ser mí guía en todo momento.

A MI ALMA MATER, MAESTROS del C.C.T.S., por darme los conocimientos y consejos para mi formación como Agrónomo y Tecnólogo en la ciencia de los granos y semillas.

A la U.A.A.A.N., institución de prestigio nacional e internacional.

A La Dra. Norma A. Ruiz Torres, con respeto y admiración, por su valioso apoyo y consejos que contribuyeron en mi formación profesional y por su colaboración en la dirección de este proyecto de tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), gracias por el apoyo brindado.

Al Dr. Froylán Rincón Sánchez, por su apoyo, amistad, así como la disponibilidad de su personal que colaboró en el establecimiento del proyecto en el invernadero.

Al Dr. Valentín Robledo Sánchez, por su disponibilidad y sus valiosos consejos que me impulsaron para culminar mis estudios.

A mis amigos y compañeros de estudio.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS HIJOS:**

Miriam Ayelen y Juan Pablo Ramírez Vázquez, por su amor, ternura y por llenar nuestras vidas de amor y felicidad, con todo mi amor y cariño.

### **A MI ESPOSA:**

Fca. Catalina Vázquez Sifuentes, por tu amor, paciencia y apoyo incondicional, para realizar esta etapa importante de mi vida.

### **A MIS PADRES:**

Sofía Manzanarez Martínez y Artemio Ramírez Méndez, por su valioso apoyo moral, por su gran ejemplo de responsabilidad que en mi sembraron, por sus consejos sabios y amor a la vida, con todo cariño.

### **A MIS HERMANOS:**

Anabel, Laura, José Luis y Raúl Ramírez Manzanarez, por su apoyo moral y económico mil gracias.

### **A MIS SOBRINOS:**

Anayely A. R., Juan Antonio T. R., Karla Janet A. R., Adriana T. R. Diana Laura A. R., Monserrat y Armando V. C. por contagiarnos de alegría a todos, con todo cariño y amor.

### **A MIS SUEGROS:**

Sra. María de los A. Sifuentes de Vázquez y Sr. Armando Vázquez Herrera, por su apoyo en todo momento.

### **A MIS ABUELOS PATERMOS Y MATERNOS (+):**

Los que recuerdo con mucho cariño.

**COMPENDIO**

**PRODUCCIÓN Y OSMOACONDICIONAMIENTO DE SEMILLA DE  
CHILE ANCHO**

**POR**

**Rodolfo Ramírez Manzanarez**

**MAESTRÍA**

**EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DICIEMBRE 2006**

**Dra. Norma Angélica Ruiz Torres - Asesor-**

Palabras clave: **Chile** (*Capsicum annuum*), **germinación, osmoacondicionamiento y aminoácidos.**

Los objetivos del trabajo fueron producir semilla de chile ancho bajo condiciones de invernadero, determinar el efecto de la aplicación de Megafol, (producto que contiene 28 % de aminoácidos) y osmoacondicionar semilla en polietilen glicol. El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con arreglo de tratamientos factorial 2 x 4 x 3,

correspondiente a los dos niveles de fertilización, cuatro fechas de corte (con intervalos de diez días) y tres niveles de madures (verde, pinto y rojo), respectivamente. Se utilizó la variedad Ancho Bajío y se evaluaron las variables: número y peso promedio de frutos por corte (NFPC y PF), diámetro y longitud del fruto (DF y LF), número de semillas por fruto (NSPF) y peso de mil semillas (PMS). Se observaron diferencias significativas para dosis de fertilización, fecha de corte y grado de madurez al corte. La aplicación de Megafol a una dosis de 200 ml/100 L de agua, incrementó significativamente el número de semillas por fruto y el largo, el ancho y el peso del fruto. En la segunda y tercera fecha de corte se obtuvo mayor número de semillas por fruto y frutos de mayores dimensiones (largo y ancho) y peso. Los frutos con pigmentación verde presentaron mayor número de semillas por fruto, largo y ancho de fruto y peso del mismo.

Se encontraron interacciones significativas entre dosis de fertilización y grado de madures al corte en las variables longitud y peso del fruto y peso de mil semillas. Asimismo entre fecha de corte y grado de madures para las variables número de semillas por fruto, peso de fruto y peso de mil semillas. Se determinó que los aminoácidos al ser aplicados vía foliar son rápidamente asimilados y transportados a órganos en desarrollo de la planta, lo cual se tradujo a frutos de mayor tamaño y peso, y con un mayor número de semillas. La semilla extraída de los frutos se sometió a un proceso de osmoacondicionamiento con polietylen glicol a diferentes tiempos (0, 12, 24 y 48 hrs.). Los mejores resultados se obtuvieron con 12 h de osmoacondicionamiento, mostrando efectos superiores en por ciento de semillas germinadas.

**ABSTRACT**

**ANCHO PEPPER SEED PRODUCTION AND PRIMING**

**BY**

**RODOLFO RAMÍREZ MANZANAREZ**

**MASTER**

**TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER 2006**

**Ph.D. Norma Angélica Ruiz Torres**

Key words: Ancho pepper, seeds, fruits, fertilization, aminoacids.

The objective of this research work was to produce Ancho pepper seed under greenhouse conditions and to determine the application effect of Megafol, (product that contains 28 % of aminoacids) and to prime seeds with polyethilen glycol. The experiment was established as a randomized complete block design with a factorial arrangement 2x4x3, corresponding to two fertilization doses, four harvesting dates (every ten days) and three maturity levels (green, pinto and red peppers). The variety Ancho Bajío was used. The evaluated variables were: fruit number per harvesting date (NFPC), seed

number per fruit (NSPF), fruit length (LF) and width (AF), fruit weight (PF) and a thousand seeds weight (PMS).

Significant differences were found for fertilization doses, harvesting dates and fruit maturity at harvest. Megafol application at a rate of 200 ml/100 L of water significantly increased seeds number per fruit, fruit length, width and weight. In the second and third harvesting date there was an increase in seeds number per fruit and length, width and fruit weight. Green pigmented fruits had more seeds per fruit, were larger, wider and heavier, than pinto and red peppers.

Significant interactions were found between fertilization doses and fruit maturity at harvest for fruit length and weight, and a thousand seeds weight. Other significant interactions were found between date to harvest and maturity level for number of seeds per fruit, fruit weight and a thousand seeds weight. It was determined that the applied foliar aminoacids were rapidly assimilated and transported to developing organs of the plant, so that bigger and heavier peppers were harvested.

Seed from the dry peppers were primed with polyetilen glycol at different times (0, 12, 24 y 48 h). Best results were obtained with 12 h priming, showing higher seed germination percentage.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
Generalidades.....	5
Producción de semilla.....	6
Aminoácidos.....	7
Papel de los aminoácidos en las plantas.....	8
Madurez de los frutos.....	9
Semilla.....	10
Germinación.....	11
Fases de la germinación.....	11
Imbibición.....	11
Actividad enzimática.....	12
Digestión y traslocación de reservas.....	14
Crecimiento del embrión.....	15
Osmoacondicionamiento.....	15
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
Ubicación y establecimiento del experimento.....	20
Material genético.....	20
Sustrato.....	21
Siembra.....	21
Arreglo y tratamientos.....	21
Control de plagas y enfermedades.....	21
Experimento 1. Producción de semilla en invernadero.....	22
Variables evaluadas.....	22
Número y peso de frutos por planta.....	22
Diámetro y longitud de frutos.....	22
Peso de cien semillas.....	22
Análisis estadístico.....	23
Experimento 2. Osmoacondicionamiento.....	24
Temperatura para osmoacondicionar semilla.....	24
Tiempos de inmersión.....	24
Modelo lineal.....	25

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1. Producción de semilla.....	26
Experimento 2. Osmoacondicionamiento de semilla.....	41
Conclusiones.....	46
Literatura citada.....	48

## ÍNDICE DE CUADROS

## Página

Cuadro 1. Cuadrados medios de análisis de varianza para variables evaluadas en invernadero.....	29
Cuadro 2. Comparación de medias por niveles de fertilización para variables evaluadas en chile ancho.....	30
Cuadro 3. Comparación de medias de variables evaluadas en chile ancho por corte.....	31
Cuadro 4. Comparación de medias de variables evaluadas por grado de madurez.....	33
Cuadro 5. Comparación de medias evaluadas para dosis de fertilización por fecha de corte.....	34
Cuadro 6. Comparación de medias del efecto de la fertilización en la madurez de los frutos.....	37
Cuadro 7. Comparación de medias de variables evaluadas en ensayo de germinación estándar en semilla osmoacondicionada por diferentes periodos de tiempo.....	41
Cuadro 8. Comparación de medias para la variable de peso de cien semillas por fertilización, corte y grado de madurez.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Fases de la imbibición de agua por una semilla, medida mediante el incremento en peso fresco durante el proceso de germinación.....	13
---	----

## INTRODUCCIÓN

La producción de chile a escala mundial se localiza principalmente en China, México, Turquía, España, Estados Unidos, Nigeria e Indonesia. Podría pensarse que México es el país con mayor producción mundial, dado que poseen mayor variación genética de *Capsicum*, sin embargo, no es así, ya que ocupa el segundo lugar después de China, con rendimientos promedio de 12 t ha<sup>-1</sup> (Mercanet, 2002).

La producción de esta hortaliza en México se ha ido incrementado a una tasa de 5.72 % anualmente, o 25 % acumulada durante el periodo 1997-2001. En el año 2001, México sembró 157,000 ha, de las cuales se cosecharon 147,005 ha, con un rendimiento productivo de 11.3 t ha<sup>-1</sup> (Mercanet, 2002).

De las más de 140 variedades de chiles distintas que se cultivan en México, las más populares en su cocina de acuerdo a su picor son: Chiles suaves: Ancho, Anaheim, Cascabel, Nuevo México y Pasilla; Chiles picor medio: Fresno, Jalapeño y Serrano; Chiles picantes: De árbol, Piquín, Tabasco y Chile muy picante: el Abanero.

Específicamente el chile ancho, en México se cultivan más de 20 mil ha, bajo condiciones de riego y con el sistema de transplante producidas en invernadero y en almácigos (Wattsagro, 1999). Los estados con mayor superficie de siembra de chiles en sus distintas variedades de chiles verdes, se encuentran: Sinaloa 16,524 ha, Chihuahua 13,241 ha, Zacatecas 7,753

ha, Veracruz 4,167 ha, Guanajuato 3,683 ha y chiles secos Zacatecas 28,849 ha, San Luis Potosí 10,601 ha, Chihuahua 4,521 ha, Durango 3,878 ha y Jalisco 2,453 ha (SIAP, 2002).

En México se cultivan mas de 17,500 ha de chile ancho, bajo condiciones de riego (SIAP, 2002).

Los estados que demandan más semilla de chile ancho son: Guanajuato con el 64.4 %, sembrando una superficie de 1,111 ha, Veracruz con el 19.6 %, San Luis Potosí con el 13.6 % y en orden de importancia decreciente Michoacán 1.27 %, Coahuila 0.7 % y Tamaulipas 0.4 % (SIAP, 2002).

De acuerdo con Pozo (1993), los requerimientos anuales de semilla de chile en sus diferentes tipos superan las 130 toneladas, que en su mayoría corresponden a materiales criollos, generalmente producidos por el propio agricultor para cubrir sus necesidades y para comercializar regionalmente sus excedentes. Por otra parte, la semilla mejorada es producida y comercializada principalmente por compañías extranjeras.

En México, el productor obtiene su semilla de forma artesanal y por su forma empírica de seleccionar sus plantas para este propósito, es de baja calidad genética. Aunado a esto, la baja tecnología para el proceso de extracción, beneficio y almacenamiento trae como consecuencia una baja calidad fisiológica en la semilla, reflejándose en un pobre establecimiento de plantas en campo (Pozo, 1993).

Un aspecto importante en la producción de este cultivo es la germinación no uniforme de la semilla, pues en invernaderos se lleva un

período de 16 a 19 días después de la siembra para emerger, ocasionando un desarrollo desuniforme en la planta en sus diferentes etapas fenológicas.

Lo anterior resulta un período prolongado de cosecha y provoca incalculables gastos, ya que se tiene que usar por más tiempo la mano de obra para cosechar.

La utilización de tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación son una alternativa para reducir el tiempo a germinación, sin embargo, como práctica agrícola se ve limitada fundamentalmente por: a) Falta de estandarización u optimización de los tratamientos (Bradford, 1986; Bradford, 1990); b) Lo costoso que resulta al aplicar el método a grandes volúmenes de semilla (Henckel, 1982); c) Inadecuada divulgación y capacitación al medio rural agronómico de los resultados que se obtienen (Sánchez, 1997; Orta *et al.*, 1998). Por lo que es importante implementar alternativas de solución como el osmoacondicionamiento de semilla para obtener plántulas uniformes en poco tiempo en invernadero para posteriormente llevarlas a campo. El osmoacondicionamiento consiste en la inmersión de las semillas en soluciones osmóticas previo a la siembra, permitiendo que estas alcancen el nivel metabólico deseado por la activación de procesos bioquímico-fisiológicos propios del proceso de germinación.

**OBJETIVOS:**

Determinar el efecto del producto Megafol a base de aminoácidos (+ AA), en la producción de semilla de chile ancho bajo condiciones de invernadero.

Determinar el tiempo de inmersión y la concentración del polietileno glicol 8000 necesaria para pregerminar semilla y obtener resultados de germinación uniforme.

**HIPÓTESIS**

La aplicación de aminoácidos al cultivo en la dosis recomendada incrementa la producción de semilla por fruto.

La inmersión de semilla en polietileno glicol reduce el número de días a germinación en semilla de chile ancho.



## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades

El chile es uno de los cultivos hortícolas más importantes en México y de mayor consumo popular, especialmente en estado fresco aunque también se consume procesado (Valadez, 1996).

Aunque originario de Mesoamérica, el chile es el condimento en muchas partes del mundo, donde es apreciado por sus atributos de color, pungencia y aroma. Se estima que el 25 % de la población mundial consume diariamente algún tipo de chile (Ramírez *et al.*, 2002).

El cultivo de chile se localiza desde el nivel del mar hasta los 2,500 msnm, por esta razón, se tiene como un cultivo de amplio rango ambiental, permitiendo con esto la producción en cualquier época del año; satisfaciendo la demanda de los principales mercados (Laborde y Pozo, 1984).

Los diferentes tipos de chiles que se cultivan en México se han regionalizado por sus requerimientos climáticos: de esta manera se tiene que los chiles serranos y jalapeños se cultivan durante el invierno en Veracruz, sur de Tamaulipas, Oaxaca, Sinaloa y Nayarit, en tanto que en los estados de Chihuahua, Nuevo León, Coahuila y norte de Tamaulipas, su cultivo es en el verano, donde las temperaturas medias durante la época del cultivo varían entre 22 y 26°C. Los chiles anchos, mulatos, pasillas y similares, se cultivan en Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas, Puebla, Jalisco, Michoacán y San Luis Potosí, principalmente. En estos lugares las

temperaturas medias durante el cultivo son de 18 a 20°C. Montes y Martínez (1987), observaron que los del tipo serrano y jalapeño amarran frutos a temperaturas de entre 26 y 30°C, por lo que se puede afirmar que estos tipos de chiles producen bien en lugares calientes.

### **Producción de semilla**

En la producción de semilla, la tecnología de campo no difiere mucho de la que se usa en la producción comercial de frutos frescos. Por ser un cultivo altamente intensivo, requiere de muchos cuidados y gran cantidad de insumos para un adecuado desarrollo, sin embargo, se deben tener muy en cuenta los aspectos básicos tales como: método de extracción, beneficio y almacenamiento de semilla (Pozo, 1993).

Montes y Martínez (1987) recomiendan recolectar frutos sólo de los primeros nudos, pues han encontrado que el porcentaje de cruzamiento en ellos es muy bajo, comparado con el que ocurre en frutos de nudos superiores. Esto ayuda a tener una calidad más uniforme en las semillas cosechadas.

Pozo (1993) y Olguín (1996) mencionan que los estados de Sinaloa y Guanajuato producen semilla de cultivares criollos que se comercializan en las demás regiones productoras a precios elevados por lo que los agricultores, hacen uso de semilla del ciclo anterior.

La producción de semilla de chile ancho híbrido en la empresa Seminis Vegetable Seeds Mexicana en San Quintín, B.C., México, se lleva a cabo en forma manual; se siembra de 3-4 surcos de 100 m de longitud de plantas macho, de las cuales se colectan flores para obtener polen y

polinizar alrededor de 50 mil plantas hembra, previamente emasculadas. Cabe mencionar que tanto plantas hembra como macho se cultivan en espacios separados, cubiertos por una malla para evitar contaminación genética por polen extraño. (Experiencia personal, viaje de estancia, 2004).

*Capsicum annuum* y *C. frutescens* son generalmente autógamas, pero puede haber alguna alogamia entre y dentro de cultivares de las dos especies. Murthy y Murthy (1962) citan más del 68 % de polinización cruzada en la India. El grado de polinización cruzada observado es debido no solamente a la alta población de insectos polinizadores sino también, a la dehiscencia de las anteras dos o tres días después de la apertura individual de las flores. Antes de la dehiscencia los estigmas son ya receptivos al polen producido por las plantas.

Por su parte Montes y Martínez (1987), reportan valores de cruzamiento natural que varían entre 15 y 68 %. En general, los chiles de fruto pequeño (serrano), tienen la tendencia de cruzarse más que los de fruto grande (ancho). Por lo que recomiendan, para producción de semilla básica de chiles pequeños un aislamiento de 500 m y para los chiles de fruto grande una distancia de 300 m. La utilización de barreras densas de maíz también ayuda a evitar cruzamientos.

### **Aminoácidos**

Son moléculas orgánicas conformadas por tres nucleótidos iniciando con un grupo amino y terminando con un carboxilo. Cada aminoácido está constituido por tres nucleótidos denominados tripletes (uracilo, guanina,

citocina o adenina) y son los monómeros de las proteínas. De su diversidad como de sus combinaciones resulta la variedad de proteínas existentes.

### **Papel de los aminoácidos en las plantas**

Los requerimientos de aminoácidos por parte vegetal, se extienden durante todo su ciclo. Estos desempeñan una importante función nutritiva en la germinación (el embrión consume aminoácidos procedentes de proteínas almacenadas en el endospermo), así como en la síntesis de proteínas (enzimas, proteínas asociadas a las membranas celulares, etc), en la formación de fitohormonas como algunas auxinas, etileno, citoquininas, poliaminas, porfirinas, etc. En la regulación del balance hídrico en las plantas cuando estas están bajo situaciones de estrés, y como moléculas quelatantes de cationes necesarios para el desarrollo de la planta, entre otras funciones (Mendoza *et al.*, 2004).

La acumulación de prolina, ácido glutámico, alanina, leucina, isoleucina, asparagina, arginina, serina, ácido aspártico, valina, glicina, treonina, fenil alanina y otros aminoácidos, es un fenómeno de resistencia natural que la propia planta dispone. Se llevan a cabo autorregulaciones internas en la distribución de aminoácidos cuando las plantas se ven en situaciones adversas, ya que mientras el vegetal esta en regímenes óptimos, se conoce que los aminoácidos sintetizados en la raíz se distribuyen básicamente en los órganos de crecimiento, mientras que lo hacen a toda la masa foliar cuando la planta esta en estrés (Mendoza et al., 2004).

Acciones específicas de los aminoácidos en la planta:

Alanina: Potencia la síntesis de clorofila, traducándose en un mayor potencial de actividad fotosintética.

Glicina: Primer eslabón en la ruta biosintética de la clorofila. Principal aminoácido de acción quelatante. Metabolito fundamental en la formación de tejido foliar.

Lisina: Potencia la síntesis de clorofila, precursor de poliaminas, las cuales intervienen en procesos fisiológicos fundamentales desde la germinación, la senescencia floral, hasta la maduración del fruto.

Arginina: Contribuyente a la síntesis de clorofila, precursor de poliaminas, estimula el crecimiento de las raíces.

Metionina e hidroxiprolina: Juegan un papel esencial en equilibrio hídrico de la planta, mantienen actividad fotosintética en situaciones adversas, fortalecen las paredes celulares incrementando la resistencia a heladas, incrementan la germinación de polen sobre todo a bajas temperaturas.

Ácido glutámico y Aspártico: En forma de polipéptidos de carácter ácido, forman mecanismos de desintoxicación del aluminio en algunas plantas durante la germinación del grano de polen, ya que inhiben el desarrollo del tubo polínico. El ácido aspártico, eleva la tasa germinativa del polen.

### **Madurez de los frutos**

El estado de maduración de los frutos y tiempo de postmaduración sobre la producción y calidad de las semillas, es un aspecto importante a

considerar. En general, al alcanzar el estado de madurez del fruto se aumenta la germinación y la viabilidad de la semilla (Pozo, 1993).

Para Edwards y Sundstrom (1987) el efecto de la madurez fisiológica del fruto y del tiempo de cosecha están relacionados con el alto porcentaje de germinación de la semilla, debido que al cosechar frutos rojos obtuvieron los resultados más altos en porcentaje de germinación en el cultivo de chile Tabasco.

Por otra parte, Puente y Bustamante (1991) observaron que al avanzar el estado de madurez (rojo), del fruto, en semillas de chile habanero se incrementó la capacidad germinativa y viabilidad de la misma, también, al aumentar el tiempo de post maduración en frutos de pigmentación pinto-rojo se mejoró significativamente la calidad de la semilla.

Pozo (1993) menciona que para obtener una buena calidad de semilla los frutos tienen que ser cosechados cuando estén maduros y tengan el color característico del cultivar. Además, se debe evitar cosechar los frutos verde sazón para madurarlos en el almacén, ya que la semilla pierde vigor y viabilidad.

### **Semilla**

Las semillas con alta calidad representan el insumo más importante para lograr una mejor producción. La semilla es generalmente el rubro más económico, y determina el éxito o fracaso de un programa de producción (Delouche, 1971).

## **Germinación**

Para el fisiólogo de semillas, la germinación se define como la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla. Para el analista de semillas, es la emergencia de la radícula y el desarrollo en el embrión de aquellas estructuras, que para la semilla en cuestión, son indicativas de la habilidad de producir una planta normal bajo condiciones favorables (AOSA, 1993).

Por su parte, la International Seed Testing Association (ISTA, 1996) define a la germinación de semillas como la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indica si son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables de suelo y clima.

### **Fases de la germinación**

Copeland y McDonald (1985) mencionan que la mayoría de las semillas siguen el mismo patrón de germinación, en la que sucede una secuencia específica de eventos:

#### **I. Imbibición**

Es el primer evento que ocurre durante la germinación y se refiere a la absorción de agua por la semilla. El grado de absorción depende de tres factores:

1. Composición de la semilla. La imbibición es un proceso físico que no depende de la energía metabólica y está relacionada a las propiedades de los coloides presentes en los tejidos de la semilla. El componente

principal de la imbibición son las proteínas, que son moléculas complejas que exhiben cargas positivas y negativas que atraen a las moléculas de agua altamente cargadas. Otras moléculas que incrementan la imbibición son la celulosa y las pectinas que se localizan en las paredes celulares.

2. Permeabilidad de la cubierta de la semilla. La cubierta de la semilla actúa como una membrana semipermeable permitiendo la entrada de agua y otros solutos y restringiendo la entrada de otras sustancias.

3. Disponibilidad del agua. La habilidad de imbibir agua es dependiente del agua celular y es el resultado de tres fuerzas: a). Fuerza mátrica de la pared celular. Las paredes celulares e inclusiones intercelulares como mitocondrias y ribosomas presentan membranas, las cuales poseen cargas que atraen moléculas de agua y contribuyen al potencial total del agua celular, b). Concentraciones osmóticas celulares. Entre mayor sea la concentración de compuestos solubles, más alta será la atracción por el agua, c). Presión de turgencia de la célula. Tiende a retrasar la absorción del agua. Cuando el agua entra a una célula ésta ejerce una fuerza expansiva sobre la pared celular llamada presión de turgencia.

## **II. Actividad enzimática**

La actividad enzimática inicia rápidamente al inicio de la germinación, a medida que se hidrata la semilla (Bewley y Black, 1982).

Las semillas secas poseen una tasa de metabolismo baja, debido al menor contenido de humedad (5-10 %). Tan pronto como se imbebe la semilla, ocurren cambios marcados en su metabolismo. Se ha demostrado la



ocurrencia de una secuencia trifásica en la absorción del agua durante la germinación de la semilla.

La actividad enzimática empieza durante las fases I y II de la germinación. Durante la fase II se inician diversos procesos esenciales para la germinación. El incremento de la respiración y pérdida de nutrientes a través de la radícula lleva a una pérdida en el peso seco. Finalmente en la fase III, se observa la elongación radicular, las raíces se vuelven funcionales durante esta fase y son responsables del incremento de absorción de agua en esta fase (Figura 1).

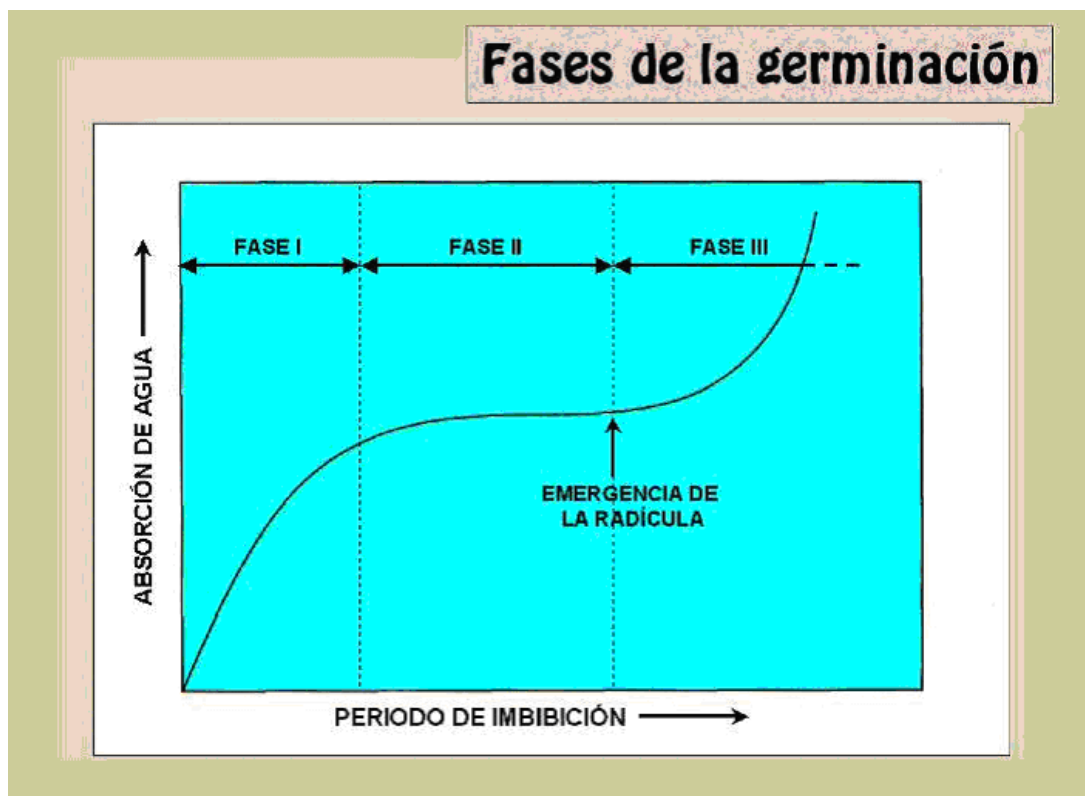


Figura 1. Fases de la imbibición de agua por una semilla, medida mediante el incremento en peso fresco durante el proceso de germinación.

La duración de cada fase (I, II, y III) depende de ciertas propiedades de las semillas, como en sus compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno (Azcón y Talón, 1993).

El proceso de activación enzimática que ocurre durante la fase II, sirve para el desdoblamiento de los compuestos de reserva, ayuda a la transferencia de nutrientes de las áreas de reserva en los cotiledones o endospermo hasta los puntos de crecimiento y estimula las reacciones químicas que utilizan los productos de las reservas en la síntesis de nueva materia seca. Generalmente se activan primero las enzimas que desdoblan los carbohidratos, lípidos, proteínas y compuestos que tienen fósforo (la fase II). El eje embrionario necesita energía para crecer, así pues, los compuestos de reserva deben de hidrolizarse a formas solubles, trasladadas desde el endospermo y transformado a moléculas energéticas que podrán ser utilizadas inmediatamente por el eje embrionario. Inicialmente el endospermo se vuelve rico en productos solubles como la glucosa y maltosa, los cuales son absorbidos por el escutelo. La glucosa y maltosa son transformados por una serie de reacciones enzimáticas en sacarosa, siendo esta transportada al eje embrionario y utilizada como la principal molécula energética.

### **III. Digestión y traslocación de reservas**

En el endospermo, los cotiledones almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos a sustancias más simples, que son trasladados a los puntos de crecimiento del eje embrionario.

#### **IV. Crecimiento del embrión**

El desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la plántula.

#### **Osmocondicionamiento**

Una germinación total, rápida y homogénea es importante para una cosecha uniforme. Si las semillas germinan en una forma no uniforme, es decir, a diferentes periodos de tiempo, las plantas van a tener diferentes estados de crecimiento y algunas producirán frutos más rápido.

La incapacidad para germinar en la semilla de chile está determinada por un letargo, y se debe a que esta contiene cera epicuticular y una capa externa dura que en algunas ocasiones la hacen impermeable, limitando la absorción de humedad afectando la germinación y ocasionando una limitante para el establecimiento de un lote comercial (Ramírez *et al.*, 2002).

La semilla de muchas especies cultivadas está en posibilidades de germinar en cuanto maduran los frutos fisiológicamente, en cambio, otras como el chile requieren de un tiempo que varía de acuerdo a la especie para germinar bajo condiciones óptimas.

Una de las principales limitantes para la explotación comercial de algunos cultivares de chile, es la dificultad para inducir la germinación de la semilla, por ejemplo, el chile piquín presenta un bajo porcentaje de germinación no superior al 5 % en el primer mes después de la siembra (Pozo, 1993).

Los tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación de las semillas han demostrado ser eficientes para revigorizar semillas envejecidas, acelerar y uniformar la germinación e incrementar los rendimientos de los cultivos bajo condiciones óptimas y adversas (Henckel, 1964; Henckel, 1982; Heydecker *et al.*, 1973; Heydecker y Gibbins, 1978; Khan *et al.*, 1978; Burgass y Powell, 1984; Bradford, 1986).

Estos procedimientos consisten en la inmersión de las semillas en soluciones osmóticas durante cierto tiempo con un periodo de secado previo a la siembra (Heydecker *et al.*, 1973; Khan *et al.*, 1978; Henckel, 1982). El osmoacondicionamiento permite que una gran proporción de las mismas alcance rápidamente el nivel de humedad y estado metabólico deseado; como consecuencia de la activación de numerosos procesos bioquímicos-fisiológicos relacionados con la germinación, la tolerancia al estrés ambiental y a la autoreparación enzimática de las membranas celulares (Heydecker y Coolbear, 1977; Henckel, 1982; Bewley y Black, 1982; Bray, 1995).

En el osmoacondicionamiento las semillas son colocadas en soluciones salinas con altos potenciales osmóticos. Esto previene que las semillas tomen agua suficiente para entrar a la fase de germinación. Estos resultados evitan que las semillas retrasen su germinación.

Heydecker y Gibbins (1978) describen la técnica en dos fases: primeramente, la semilla embebe agua en condiciones aerobias utilizando una solución acuosa de potencial osmótico controlado; para esto ha sido utilizado el polietilén glicol, que garantiza que las semillas absorban agua suficiente para llegar a la fase II previo a la emergencia de la radícula. En

segundo lugar, las semillas se siembran después de un período de almacenamiento con previa desecación.

Las principales sustancias aplicadas en los tratamientos pregerminativos son soluciones osmóticas y agua. Las soluciones osmóticas pueden dividirse en dos grupos:

- a. Las soluciones compuestas por un polímero de alto peso molecular (de 100 a 20000) conocido como polietilen glicol (PEG) o Carbowax (Heydecker y Coolbear, 1977; Khan *et al.*, 1981; Gray *et al.*, 1991).
- b. Las soluciones salinas, la más utilizada para el osmoacondicionamiento, es una mezcla de  $K_3PO_4$  y  $KNO_3$  (Suzuki *et al.*, 1989; Rehman *et al.*, 1998).

Los tipos de PEG con pesos moleculares entre 2000 y 8000 son recomendados como sustancias osmóticas ideales, para osmoacondicionar semillas, debido a que no penetran las membranas celulares, ya que no presentan toxicidad, además mantienen casi constante la osmolaridad de la solución y cuando se aplica en pequeñas cantidades permiten una aereación aceptable del medio (McDonald, 2000).

Por su parte Khan (1992), Taylor *et al.* (1998), Welbaum *et al.* (1998), y McDonald (2000) mencionan que los tratamientos preacondicionadores de semilla se pueden utilizar para los siguientes fines prácticos:

- a. Incrementar la capacidad germinativa.
- b. Acelerar y sincronizar la germinación.
- c. Estimular el sistema radicular.

- d. Incrementar la resistencia o tolerancia de las plantas en condiciones de estrés biótico y/o abiótico.
- e. Aumentar el rendimiento de los cultivos.

Para INCOTEC (2000) el pregerminado de semillas es una técnica que involucra una inhibición de las semillas, tres aspectos fundamentales son el potencial osmótico, temperatura y la duración del proceso. Asimismo explica que el pregerminado en semillas es una buena herramienta para poder tratar o vencer las limitaciones como: la dormancia en post-cosecha, fotodormancia y termodormancia. Estas semillas son tratadas con condiciones precisas para permitir que todos los eventos de germinación se lleven a cabo. El proceso involucra el uso de condiciones naturales, que son controladas en una manera para conservar las actividades inherentes a las semillas.

Khan *et al.* (1979) demostraron efectos positivos sobre la germinación al osmoacondicionar y aplicar fitohormonas en semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones de estrés abiótico (calor, sequía y salinidad). Concluyeron que los efectos se deben a la activación de numerosos procesos pregerminativos alcanzados con los tratamientos osmóticos en combinación con los reguladores del crecimiento, que actúan eliminando cualquier tipo de latencia fisiológica que adquieren las semillas en condiciones desfavorables.

Por su parte Thanos *et al.* (1989) estudiaron la relación existente entre el osmoacondicionamiento y el envejecimiento de las semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.), almacenadas durante tres años, logrando incrementar significativamente la germinación con respecto a las semillas no

tratadas, con un sólo ciclo de osmoacondicionamiento en manitol antes y/o después del almacenamiento.

Mientras que Golsworthy *et al.* (1982), lograron revigorar semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) con solo 30 minutos de imbibición, concluyendo que los mecanismos reparadores de membranas actúan en ausencia de oxígeno, lo que facilita el uso comercial de este método de inmersión total en agua.

Las semillas tratadas con este tipo de procesos encarece el precio de venta de las semillas, pero los resultados se ven reflejados en la pronta germinación, en la uniformidad de las plantas en germinar, así también como en el vigor de las mismas (INCOTEC, 2000).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación**

El experimento fue establecido en el invernadero del Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en Buenavista, Saltillo, Coahuila, ubicada en las coordenadas 25° 22´ latitud norte y 101° 00´ de longitud oeste, y en una altitud de 1743 msnm (Mendoza, 1983).

### **Establecimiento del experimento**

En el experimento se utilizaron dos fuentes de fertilización una de las cuales se aplicó un producto a base de aminoácidos (+AA) denominado Megafol, y la otra fuente fue fertilización base sin aplicar aminoácidos (-AA). Se realizó la calienta a los 65 días después del trasplante y posterior a la calienta cada 10 días se realizaron los cortes (4), los frutos que se cosecharon en cada corte fueron en tres niveles de madurez (verdes, pintos y rojos).

### **Material Genético**

Se utilizó el cultivar de chile ancho, variedad Ancho Bajío (precomercial), es una planta arbustiva con una altura promedio de 1 m, el fruto es de un color verde oscuro, con 3 lóbulos y una longitud de 12 a 15 cm; esta variedad es de ciclo intermedio y fue proporcionado por la Empresa Bidasem, la cual se ubica en la Carretera Celaya-Salamanca km. 2, Celaya, Gto.



### **Sustrato**

El sustrato utilizado consistió en una mezcla de PROMIX-PGX, Perlita y Vermiculita en una proporción de 4:1:1.

### **Siembra**

La semilla fue sembrada en charolas germinadoras de polietileno y tres semanas después, cuando las plántulas tenían entre 4 y 6 hojas verdaderas, fueron trasplantadas a macetas.

La distancia entre macetas fue de 0.40 m y entre hileras de aproximadamente 1.0 m. A través del desarrollo del cultivo se dio un manejo integral para el control de plagas, y enfermedades, así como poda y tutorado.

### **Arreglo y tratamientos**

Se utilizó un arreglo de tratamientos factorial 2x4x3 correspondiente a los dos niveles de fertilización, los cortes y los tres niveles de madurez. Los tratamientos fueron asignados en unidades experimentales en un diseño completamente al azar con dos dosis de fertilización.

1). 200-100-100 (N-P-K) + Foltron plus (denominado -AA, sin aminoácidos)      2). 200-100-100 (N-P-K) + Foltron plus + Megafol (denominado +AA con aminoácidos, se incluyeron también los factores número de corte (1, 2 ,3 y 4) a intervalos de 10 días entre corte y madurez del fruto al corte (verde, pinto y rojo).

### **Control de plagas y enfermedades**

Se aplicaron insecticidas vía foliar para el control de pulgones, trips, paratrioza, mosca blanca y araña roja, para estos dos últimos se aplicaron

dosis altas, específicamente del producto a base de Abamectina 1.8, como ingrediente activo.

Para el caso de las enfermedades de raíz se desinfectó el sustrato con Bromuro de Metilo y posteriormente se realizaron aplicaciones preventivas dirigidas al tallo con fungicidas como Captán, Metil Tiofanato, Ridomil y Manzate.

### **Experimento 1. Producción de semilla en invernadero**

#### **Variables evaluadas:**

*Número de frutos por corte y peso de frutos por planta (NFPC y PF).*

Se contó el número de frutos por planta evaluada por tratamiento en todos los cortes, posteriormente se obtuvo el número total de frutos por corte. El peso de frutos por planta se obtuvo en una balanza digital. El indicador de cosecha que se utilizó fue principalmente frutos desarrollados (12 a 15 cm), así como la característica de brillantez del fruto, para la pigmentación a pintos se cosecharon frutos con tonalidad café-rojizo y para la pigmentación rojo frutos totalmente rojos.

*Diámetro y longitud del fruto (DF y LF).* Se tomaron datos de tres frutos al azar de cada una de las plantas en cada corte, se utilizó un vernier para medir la longitud y diámetro de los frutos, los datos se registraron en cm.

*Número de semillas por fruto (NSPF).* Se contaron las semillas de los frutos cosechados en cada corte.

*Peso de cien semillas (PCS).* Se contaron cien semillas y se obtuvo el peso en gramos.

### **Análisis estadístico**

En cada uno de los experimentos se realizó un análisis de varianza por separado. La comparación de medias se realizó a través de la prueba de rango múltiple de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Los análisis fueron realizados utilizando el procedimiento PROC GLM de SAS (SAS, 1999).

### **Análisis de Varianza**

Los datos obtenidos en el experimento 1 se analizó bajo el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + C_j + FC_{ij} + M_k + FM_{ik} + CM_{jk} + FCM_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

$i = 1, 2$ ;  $j = 1, 2, 3, 4$ ;  $k = 1, 2, 3$ .

$Y_{ijkl}$  = Variable observada;  $\mu$  = Media general

$F_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento de fertilización;

$C_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo corte.

$FC_{ij}$  = Efecto de la interacción fertilización x corte.

$M_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo grado de madurez.

$FM_{ik}$  = Efecto de la interacción por el grado de madurez.

$CM_{jk}$  = Efecto de la interacción corte x grado de madurez.

$FCM_{ijk}$  = Efecto de la interacción fertilización x corte x grado de madurez.

$E_{ijkl}$  = Error experimental.

### **Experimento 2. Osmoacondicionamiento**

Semilla procedente del corte 3 se utilizó para establecer el experimento para lo cual la semilla extraída de invernadero fue sometida a

un proceso de osmoacondicionamiento en una solución de polietilen glicol (PEG 8000), con un potencial osmótico de -1.20 MPa, la cual se preparó considerando la siguiente formula (Taylor *et al.*, 1998):

$$\psi=0.130[\text{PEG}]^2T-13.7[\text{PEG}]^2$$

En donde:

$\Psi$  = Potencial osmótico de la solución; 0.130= valor constante; [PEG] = concentración de polietilen glicol expresado en  $\text{gL}^{-1}$ ; T = temperatura de osmoacondicionamiento y 13.7 = valor constante.

Para el osmoacondicionamiento se colocaron 200 semillas en la solución de PEG contenida en frascos Gerber. La cantidad en ml de polietilen glicol se calculó tomando en cuenta el peso de las 200 semillas de acuerdo a lo recomendado por Bruggink *et al.* (1999), Tarquis y Bradford (1992) y Dahal y Bradford (1994), quienes utilizaron este modelo, siendo efectivo al realizar tratamientos en semillas de hortalizas, indicando 1 L de solución por cada 100 g de semilla.

### **Temperatura para osmoacondicionar la semilla**

Los frascos de gerber previamente esterilizados a los cuales se les depositó la semilla y se mantuvieron en una cámara para germinación a una temperatura de 20°C y en oscuridad completa.

### **Tiempos de inmersión**

La semilla fue osmoacondicionada por tiempos de 0, 12, 24 y 48 h, agitando cada 6 h.

Posterior al osmoacondicionamiento, la semilla fue secada a una temperatura ambiente y almacenada por 5 días en sobres de papel manila. Después del osmoacondicionamiento, la semilla se ensayó para germinación

estándar de acuerdo a la ISTA (1996), evaluando plántulas normales, anormales, semilla no germinada, longitud de plúmula y de radícula.

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar, en donde se evaluó el factor tiempo de osmoacondicionamiento (0, 12, 24 y 48 h).

**El modelo lineal utilizado fue:**

$$Y_{ij} = \mu + B_j + \tau_i + \xi_{ij}$$

Donde:

$\mu$  = media general.

$Y_{ij}$  = variable observada del  $i$  –ésimo tratamiento en el  $j$  –ésimo bloque.

$j = 1, 2, \dots, r$  (bloques).

$i = 1, 2, \dots, t$  (tratamientos).

$B_j$  = efecto del bloque  $B_j$ –ésimo.

$\tau_i$  = efecto del tratamiento  $T_i$ –ésimo.

$\xi_{ij}$  = error experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Experimento I. Producción de semilla

En el Cuadro 1 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza, así como su significancia para variables de rendimiento (NFPC, NSPF, LF, AF y PF). Se observa que para la variable número de frutos por corte (NFPC) existe diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las fuentes de variación fertilización y madurez, no siendo así para el resto de las fuentes de variación (corte y las interacciones fertilización por corte, fertilización por madurez, corte por madurez y fertilización por corte por madurez). Esto nos indica que existe un efecto favorable al utilizar aminoácidos en la producción de semilla, obteniendo mayor número de frutos en plantas tratadas con aminoácidos.

Para NFPC se encontró diferencia significativa en dosis de fertilización y grados de madurez.

En lo que respecta a la variable número de semillas por fruto (NSPF), se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para las fuentes de variación fertilización, corte, así como para la interacción corte por madurez, nuevamente reflejando el efecto de los aminoácidos en las plantas a las que se aplicó este componente, a medida que avanzó el número de cortes de cosecha

se incrementó el número de frutos cosechados, lo cual se obtuvo mayor número de semillas. En la variable longitud del fruto (LF) se encontraron diferencias altamente significativas para las fuentes de variación fertilización, corte, así como para la interacción fertilización por grado de madurez, esto indica que existe efecto favorable al aplicar aminoácidos a las plantas; se observó también efecto de corte. En la fuente de variación fertilización por madurez se observó efecto el producto aplicado a base de aminoácidos, ya que en la etapa de producción la planta tiene mayor demanda de nutrientes. En cambio para la variable ancho del fruto (AF) se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las fuentes de variación corte y grado de madurez, no encontrándose significancia en las demás fuentes de variación. Para la variable peso del fruto (PF) se encontró diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para la fuente de variación fecha de corte indicándonos que al cosechar frutos en diferentes estados de madurez se obtienen pesos diferentes, debido posiblemente a que los frutos verdes están turgentes, mientras que los frutos con pigmentación pintos y rojos pierden humedad. Para las fuentes de variación madurez y las interacciones dosis de fertilización por madurez y fecha de corte por madurez se encontró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), observando que existe efecto en el peso al cosechar diferentes estados de madurez de los frutos, ya que los frutos verdes fueron los que arrojaron los mayores pesos.

La variable peso de cien semillas (PCS) presentó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para las fuentes de variación corte, fertilización por corte, madurez, fertilización por madurez; esto se debe a que al ir avanzando los cortes se obtuvieron frutos con mayor peso y mayor número de semillas, además que el factor fertilización también tiene efecto positivo al incorporar aminoácidos a las plantas evaluadas, encontrando efecto positivo al cosechar frutos fisiológicamente maduros y por consiguiente mayor peso específico de las semillas extraídas de estos. En la fuente de variación corte por madurez se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). Los resultados anteriores muestran que tanto los niveles de fertilización como las fechas de corte y grado de madurez del fruto al corte afectaron la expresión de los parámetros de rendimiento evaluados en el estudio. Así mismo, la significancia en las interacciones refleja como la expresión de los componentes de rendimiento depende también de la acción conjunta de dos factores.



Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en invernadero.

FV	GL	NFPC	NSPF	LF (cm)	AF (cm)	PF (g)	GL	PCS (g)
Fertilización	1	26.4**	52412.7**	26.9**	1.0	308.5	1	0.002
Corte	3	3.2	18700.0**	22.2**	7.8**	1450.8**	2	0.086**
Fertilización x Corte	3	6.2	3018.5	3.8	0.9	112.8	2	0.099**
Madurez	2	68.7**	138.2	7.9	3.5**	780.0*	2	0.691**
Fertilización x Madurez	2	6.6	5050.4	20.9**	0.4	616.8*	2	0.059**
Corte x Madurez	6	2.0	9079.7**	3.5	1.1	397.7*	4	0.032*
Fertilización x Corte x Madurez	6	1.9	4151.0	5.4	1.0	97.1	4	0.015
Error	243	2.95	2570.2	2.8	0.6	166.0	Error	0.01
CV		58.2	43.4	17.6	16.0	26.6	CV	9.88

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente; NFPC= Número de frutos por planta por corte; NSPF= Número de semillas por fruto; LF= Longitud del fruto; AF= Ancho del fruto; PF= Peso del fruto; PCS= Peso de cien semillas.

Cuadro 2. Comparación de medias por niveles de fertilización para variables evaluadas en chile ancho.

Fertilización	NFPC	NSPF	LF (cm)	AF (cm)	PF (g)	PCS (g)
+A A	2.4 b	141 a	10.2 a	5.3 a	50.2 a	1.04
- A A	3.4 a	96 b	9.0 b	5.0 b	46.7 b	1.05
Tukey	0.4	12.3	0.4	0.2	3.1	0.04

Prueba de Tukey ( $P < 5\%$ ) +AA = Con aminoácidos; -AA= Sin aminoácidos; NFPC= Número promedio de frutos por planta por corte; NSPF= Número promedio de semillas por fruto; LF= Longitud promedio del fruto; AF= Ancho del fruto; PF= Peso del fruto; PMS = Peso de cien semillas.

En el Cuadro 2 se presenta la comparación de medias (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) para componentes de rendimiento por niveles de fertilización (+ AA = con aminoácidos y – AA = sin aminoácidos), observando diferencias significativas para las variables NSPF, LF, AF y PF, siendo estadísticamente superior el tratamiento en donde se incluyó aminoácidos como parte del factor fertilización. Así, para la variable NSPF se obtuvo un promedio de 141 semillas por fruto, 31.9% superior comparando al tratamiento que no se le aplicó aminoácidos, obteniendo un promedio de 96 semillas. La longitud del fruto incrementó de 9.0 a 10.2 cm, 11.8%, AF presentó un rango de 5.0 a 5.3 cm y PF de 46.7 a 50.2 g (+AA). La variable PCS presentó valores similares, dejando ver que con la aplicación de aminoácidos se incrementa el NSPF, sin afectar el PCS. Lo obtenido permite observar un efecto positivo al incluir aminoácidos en un programa de nutrición, encontrando respuesta favorable en las variables antes mencionadas. En lo que respecta a la variable NFPC, presentó un comportamiento diferente, siendo superior y estadísticamente diferente el tratamiento sin la aplicación de aminoácidos con un promedio de 3.4 frutos por

corte por planta, esto indica que el efecto de los aminoácidos no se reflejó en la producción de frutos, debido a que todas las plantas recibieron una fertilización base al trasplante y durante el desarrollo del cultivo, sin embargo sí se observó efecto para el resto de las variables.

Cuadro 3. Comparación de medias de variables evaluadas en chile ancho por corte.

Corte	NFPP	NSPF	LF (cm)	AF (cm)	PF (g)	PCS (g)
1	2.9 b	112.5 b	9.1 b	4.9 b	47.1 b	1.036 a
2	2.5 b	140.0 a	10.1 a	5.5 a	53.1 a	1.008 a
3	2.2 b	142.0 a	10.6 a	5.6 a	57.4 a	1.113 a
4	3.8 a	88.1 c	9.0 b	4.6 b	40.4 c	1.040 a
Tukey	0.8	23.2	0.8	0.4	6.0	0.06

Prueba de Tukey ( $P < 5\%$ ) 1, 2, 3 y 4= Número de cortes; NFPP= Número de frutos por planta; NSPF= Número de semillas por fruto; LF= Longitud del fruto; AF= Ancho del fruto; PF= Peso del fruto; PCS= Peso de cien semillas.

En el Cuadro 3 se presenta la comparación de medias (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) por corte para las variables evaluadas, en donde el número promedio de frutos por planta (NFPP), sobresale estadísticamente en el corte 4, con un promedio de 3.8 frutos, 42.1% superior que el corte 3, esto nos indica que a medida que se avanza el número de cortes, obtenemos mayor número de frutos cosechables, mientras que los primeros cortes la planta está iniciando el proceso de producción.

En lo que respecta a la variable NSPF en los cortes 2 y 3, se observó un comportamiento superior con 140 y 142 semillas respectivamente, 37.9 % superior que el corte 4, mientras que los cortes 1 y 4 presentaron 112.5 y 82.1 semillas por fruto, respectivamente, observando que en los cortes intermedios se obtiene mayor número de semillas, debido a que el primer corte la planta

está iniciando su etapa reproductiva, mientras que el último corte la planta está envejeciendo y no tiene el mismo potencial productivo. Los resultados indican que el primer corte para la obtención de semilla no es apto cosechar frutos en esta etapa productiva, sugiriendo esperar que se dejen madurar la mayor cantidad de frutos posibles, pues en base a los resultados obtenidos en este trabajo en el corte número 3 se observó la mejor expresión de rendimiento e índice de cosecha al obtener mayor cantidad de semillas.

Observando que para las variables LF, AF y PF se obtuvo un comportamiento superior, en los cortes 2 y 3 con frutos más largos (10.1 y 10.6 cm, respectivamente), de mayor grosor (5.5 y 5.6 cm, respectivamente) y mayor peso (53.1 y 57.4 g, respectivamente), indicándonos que si queremos cosechar frutos de mayor volumen lo recomendable es dejar esperar que madure la mayor cantidad posible de frutos, y tratar de realizar al menos 3 cortes, mientras que en los cortes 1 y 4 se obtuvo frutos de menor tamaño y peso, frutos con poco desarrollo, tanto al inicio como al final de la etapa productiva de la planta. La variable PCS no varió significativamente entre fechas de corte, presentándose en un rango de 1.008 a 1.113 g.

Los frutos de mayor peso, más anchos y de mayor longitud expresaron resultados en mayor cantidad de semilla.

Cuadro 4. Comparación de medias de variables evaluadas por grado de madurez.

Madurez	NFPC (Número)	NSPF (Número)	LF (cm)	AF (cm)	PF (g)	PCS (g)
Verde	1.8 c	124.3 a	10.3 a	5.5 a	55.6 a	0.880 b
Pinto	2.7 b	107.7 b	9.2 b	5.0 b	45.6 b	1.119 a
Rojo	3.9 a	115.4 b	9.3 b	4.8 b	44.5 b	1.162 a
Tukey	0.6	18.7	0.6	0.3	4.7	0.06

Prueba de Tukey ( $P < 5\%$ ) Verde; Pinto; Rojo = Madurez al corte; NFPC = Número de frutos por corte; NSPF = Número de semillas por fruto; LF = Longitud del fruto; AF = Ancho del fruto; PF = Peso del fruto; PMS = Peso de cien semillas.

En el Cuadro 4 se presenta la comparación de medias por grado de madurez (verde, pinto y rojo) para las variables de rendimiento. Para la variable NFPC el grado de madurez de pigmentación rojo mostró, ser estadísticamente superior con 3.9 frutos por corte por planta, en comparación a los grados de madurez verde y pinto con 1.8 y 2.7 frutos por corte por planta, respectivamente. En la variable NSPF se encontró diferencia estadística para el grado de madurez con pigmentación verde, observando mayor cantidad de semillas, sin embargo no todas estaban bien desarrolladas, es decir estaban vanas, reflejándose este efecto en la variable PMS, donde se observa menor peso específico de las semillas.

Para las variables LF, AF y PF resultó ser estadísticamente superior el grado de madurez con pigmentación verde (10.3 cm, 5.5 cm y 55.6 g, respectivamente), debido a que estos frutos tienen mayor contenido de humedad (frutos más turgentes), y a medida que los frutos van madurando estos van perdiendo volumen y peso (humedad) gradualmente.

Cuadro 5. Comparación de medias para dosis de fertilización por fecha de corte.

CORTE	NFPC		NSPF		LF (cm)		AF (cm)		PF (g)		PCS (g)	
	+AA	-AA	+AA	-AA	+AA	-AA	+AA	-AA	+AA	-AA	+AA	-AA
1	2.7	3.0	135	91	9.7	8.5	4.9	4.8	45.3	49.0	1.1	1.0
2	2.1	2.7	153	130	10.3	10.0	5.6	5.5	53.8	52.7	1.0	0.9
3	2.3	2.1	145	137	10.6	10.6	5.6	5.4	57.4	57.4	1.1	1.1
4	2.6	4.5	134	61	10.7	8.2	4.7	4.6	46.0	37.2	0.9	1.1
Tukey	0.4		12.2		0.4		0.1		3.1		0.06	

Prueba de Tukey ( $P < 5\%$ ) 1; 2; 3; 4 = Número de cortes; NFPC = Número de frutos por corte; NSPF = Número de semillas por fruto; LF = Longitud del fruto; AF = Ancho del fruto; PF = Peso del fruto; PCS = Peso de cien semillas.

En el Cuadro 5 se presenta la comparación de medias para fertilización por corte. La variable NFPC en el corte 4 sin aminoácidos, presentó mayor número de frutos por planta con un promedio de 4.5, mientras que con aminoácidos el corte 1 presentó 2.7 frutos por planta. Los resultados en esta variable presentan estabilidad de rendimiento a través de cortes, a excepción del corte 4 en el tratamiento que excluyó los aminoácidos.

Para la variable NSPF la fertilización con aminoácidos presentó valores superiores, en un rango de 134 a 153 semillas por fruto, encontrando la mayor cantidad de semillas en los cortes 2 y 3, el mismo comportamiento se observó en el tratamiento en que se excluyó la aplicación de aminoácidos, solo que con menor cantidad de semillas por corte. Los resultados indican que la aplicación de aminoácidos no incrementó el número de frutos por planta, sin embargo el beneficio se observó como un incremento en el número de semillas por fruto.

La variable LF presentó valores para el tratamiento con aminoácidos en un rango de 9.7 (corte 1) a 10.7 cm (corte 4), y para el tratamiento sin aminoácidos valores que van de 8.2 (corte 4) a 10.6 (corte 3), se observó que las plantas tratadas con aminoácidos (+AA), presentaron un efecto de uniformizar tamaño de los frutos con un promedio de 10.3 cm a través de cortes, no siendo así para el tratamiento en que se excluyó la aplicación de aminoácidos (- AA), obteniendo un promedio de 9.3 cm.

Para la variable AF, los cortes 2 y 3 tanto con y sin aminoácidos mostraron valores mayores y en un rango de 5.4 a 5.6 cm. Los resultados obtenidos en LF y AF se reflejaron en un mayor PF, ya que en los cortes 2 y 3 se observaron frutos más pesados.

La variable PF, mostró valores muy similares, sin embargo sobresalieron los cortes 2 y 3 en ambos tratamientos.

Esto indica que la aplicación de aminoácidos uniformiza el rendimiento en peso del fruto a través de cortes, a diferencia del tratamiento sin aminoácidos que en el corte 4 disminuyó hasta 37.2 %.

Esto coincide con Corpusti, (2006) señalando funciones importantes de los aminoácidos dentro de la planta ya que potencializa y estabiliza efectos fisiológicos de la misma al intervenir en mecanismos de resistencia frente a diversos stress medioambientales.

La variable PCS se comportó similar en los cuatro cortes con y sin aminoácidos, en un rango de 0.9 a 1.1 g.



Cuadro 6. Comparación de medias del efecto de la fertilización en la madurez de los frutos.

Madurez	NFPC		NSPF		LF		AF		PF		PCS	
	+AA	-AA	+AA	-AA	(cm)		(cm)		(g)		(g)	
					+AA	-AA	+AA	-AA	+AA	-AA	+AA	-AA
Verde	1.5	2.0	142	114	10.1	10.3	5.6	5.4	53.8	56.6	0.92	0.83
Pinto	2.3	2.9	145	75.5	10.2	8.3	5.2	4.8	52.1	40.2	1.10	1.13
Rojo	2.9	5.1	138	88.3	10.2	8.1	5.0	4.6	47.9	40.5	1.12	1.20
Tukey	0.4		12.2		0.4		0.2		3.1		0.06	

Prueba de Tukey ( $P < 5\%$ ) Madurez al corte = Verde; Pinto; Rojo; NFPC= Número de frutos por corte; NSPC= Número de semillas por fruto; LF= Longitud del fruto; AF= Ancho del fruto; PF= Peso del fruto; PCS= Peso de cien semillas.

La comparación de medias para determinar el efecto de la fertilización sobre el grado de madurez al corte de los frutos se presenta en el Cuadro 6, indicando para la variable NFPC al aplicar aminoácidos se obtienen valores en un rango de 1.5 (verde) a 2.9 (rojo) frutos por planta. Sin embargo, al excluir aminoácidos, el rango fue mucho más amplio, de 2.0 (verde) a 5.1 (rojo) frutos en los grados de madurez evaluados. Se observó efecto positivo en la aplicación de aminoácidos en la variable NSPF, obteniendo el mayor número de semillas (145) en el grado de madurez de frutos cosechados con pigmentación pinto, mientras que en la fertilización sin aminoácidos se observó menor cantidad de semillas en los tres grados de madurez, presentándose con un máximo de 114 semillas en el corte con pigmentación verde y 88.3 en el grado de madurez de pigmentación rojo.

En general se observó el efecto de los aminoácidos en el rendimiento de este cultivo al obtener frutos de mayor longitud, ancho y peso de los frutos, así como mayor cantidad de semillas por fruto al aplicar aminoácidos y solo en la variable peso de cien semillas no se encontró diferencia significativa, esto debido a que en el corte con pigmentación verde se obtuvo mayor cantidad de semilla, sin embargo se observó un buen número de semillas vanas, debido a que no llegaron a madurez fisiológica en comparación con las demás pigmentaciones de cosecha evaluadas.

En lo que respecta a las variables LF, AF y PF se obtuvieron tamaños superiores para el grado de madurez con pigmentación verde, en comparación con los grados de madurez pintos y rojos, debido a que los frutos verdes presentaron mayor contenido de humedad, mientras que los otros dos grados

de madures pierden humedad y turgencia a medida que se va dando el cambio de madurez fisiológica.

Esto coincide con Pozo, (1993) quien indica que el estado de maduración de los frutos y tiempo de postmaduración sobre la producción y calidad de las semillas, es un aspecto importante a considerar, así mismo menciona que para obtener una buena calidad de semilla los frutos tienen que ser cosechados cuando estén maduros y tengan el color característico del cultivar.

En relación a la variable LF se observó uniformidad de frutos cosechados en el tratamiento que incluyó aminoácidos, con un mínimo de 10.1 cm y un máximo de 10.2 cm, para los tres grados de madurez. En contraste en el tratamiento sin aminoácidos, se observó en el grado de madurez verde, una longitud de 10.3 cm y un efecto de disminución longitud para los grados de madurez pinto y rojo con 8.3 y 8.1 cm, respectivamente.

Para la variable PF, se observó mayor uniformidad entre los tres grados de madures al corte al aplicar aminoácidos, con un rango de 47.9 (rojo) a 53.8 g (verde). Por otra parte, el rango observado para PF en el tratamiento sin aminoácidos fue de 40.2 en pinto a 56.6 cm en verde. Para PMS la fluctuación fue mínima.

Lo obtenido en esta variable coincide con Corpomisti (2006) mencionando que los aminoácidos se traducen en la planta en un mayor potencial de trabajo fotosintético, por consecuencia un mejoramiento cualitativo y cuantitativo en la producción de frutos.

Al cosechar frutos totalmente rojos se obtiene mejores resultados en las variables relacionadas con el vigor y la germinación, los cuales coinciden con

Edwards y Sundtrom (1987), quienes encontraron mayores porcentajes de germinación en semilla de frutos cosechados totalmente rojos.

## Experimento II. Osmoacondicionamiento de semilla

El análisis de varianza para las variables evaluadas en este estudio presentó en todos los casos diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 7. Comparación de medias de variables evaluadas en ensayo de germinación estándar en semilla osmoacondicionada por diferentes periodos de tiempo.

Tratamiento (h)	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	LE (cm)	LR (cm)
Testigo	61 b	32 a	7 a	2.30 a	10.9 b
12	84 a	15 b	1 b	2.13 ab	13.1 a
24	78 a	20 b	2 b	2.03 b	12.4 a
48	80 a	18 b	2 b	2.18 ab	12.4 a
Tukey	10	9	3	0.21	0.8

Prueba de Tukey ( $P < 5\%$ ) PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semilla sin germinar; LE= Longitud de epicótilo y LR = Longitud de radícula.

De acuerdo a los resultados, el osmoacondicionamiento en la solución de polietilen glicol por 12 h, mejoró significativamente la capacidad germinativa de la semilla en estudio, observándose un incremento del 27 % respecto al testigo, que obtuvo 61 %. Por otra parte, los tratamientos aplicados por 24 y 48 h mejoró el porcentaje de germinación en 22 y 23 %, respectivamente. Los resultados anteriores concuerdan con Welbaum *et al.* (1998) y McDonald (2000) quienes mencionan que los tratamientos preacondicionadores de semilla se pueden utilizar para incrementar la capacidad germinativa, acelerar y sincronizar la germinación. Es evidente que el osmoacondicionamiento activa procesos fisiológicos y bioquímicos, que se traducen en transformaciones metabólicas necesarias para la germinación de las semillas en menor tiempo.

Para la variable por ciento de plántulas anormales, los resultados indican

que el tratamiento con polietilen glicol por 12 h redujo en 17 % la presencia de plántulas que no se pueden clasificar como normales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras. En los tratamientos de osmoacondicionamiento por 24 y 48 h, se redujo la presencia de plántulas anormales en 12 y 14 % respectivamente con respecto al testigo.

El por ciento de semillas sin germinar, este se redujo significativamente al osmoacondicionar en polietilen glicol en los tres periodos evaluados (12, 24 y 48 h). La reducción fue de 6 % con 12 h de tratamiento y 5 % con 24 y 48 h en polietilen glicol con respecto al testigo.

Para la variable longitud de epicótilo, se observaron diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento tratado por 24 h, encontrando que el polietilen glicol inhibió el desarrollo.

En relación a la variable longitud de radícula, se observó un incremento al osmoacondicionar la semilla, presentándose diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos. El incremento con respecto al testigo fue de 20.2 (12 h) y 13.8 % (24 y 48 h). En este sentido, McDonald (2000) reporta que uno de los beneficios del osmoacondicionamiento de semillas es la estimulación en el crecimiento de la raíz, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo.

Por su parte Khan (1992), Taylor *et al.* (1998), Welbaum *et al.* (1998), y McDonald (2000) mencionan que los tratamientos preacondicionadores de semilla son utilizados para incrementar la capacidad germinativa, acelerar y sincronizar la germinación, estimular el sistema radicular; lo cual coincide con lo obtenido en este trabajo.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden también con Golsworthy *et al.* (1982), ya que lograron obtener buenos resultados de germinación además de revigorizar semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) con solo 30 minutos de imbibición. Los resultados obtenidos en el Cuadro 7 indican que para la variable semillas sin germinar, al osmoacondicionar éstas tienden a ser revigorizadas y se revierte en cierto grado el proceso de deterioro.

Los resultados indican que el osmoacondicionamiento tiene un impacto positivo en el comportamiento de la germinación de la semilla obteniendo efectos de incremento en la capacidad germinativa, uniformizando la germinación en semillas embebidas en PEG y estimulando el crecimiento del sistema radicular en la inmersión por 12 horas.

En general, la técnica es sencilla y comprende dos fases, primeramente, la semilla embebe agua en condiciones aerobias utilizando una solución acuosa de potencial osmótico controlado, que garantiza que las semillas absorban agua suficiente para llegar a la fase II, previo a la emergencia de la radícula. En segundo lugar, las semillas se siembran después de un período de almacenamiento con previa desecación.

Cuadro 8. Comparación de medias para la variable de peso de cien semillas por fertilización, corte y grado de madurez.

Madurez	TRATAMIENTO		CORTE			MADUREZ		
	PCS(g)		PCS(g)			PCS(g)		
	+AA	-AA	2	3	4	Verde	Pinto	Rojo
	1.05 a	1.04 a	1.00 b	1.11a	1.04 b	0.88 b	1.12 a	1.16 a
Tukey	0.04		0.06			0.06		

Prueba de Tukey (P < 5 %) +AA; -AA = Tratamiento con y sin Aminoácidos; 2;3;4 = Numero de Cortes; Verde; Pinto; Rojo = Madurez al corte.

En el Cuadro 8 se presenta la comparación de medias para peso de cien semillas (PCS), para dosis de fertilización con (+ AA) y sin aminoácidos (- AA), indicando que no existe diferencia significativa entre tratamientos, esto se debe posiblemente a que las plantas fueron desarrolladas en un ambiente controlado, en este sentido Mendoza et al., 2004 indican que la acumulación de aminoácidos es un fenómeno de resistencia natural que la propia planta dispone. Se llevan a cabo autorregulaciones internas en la distribución de aminoácidos cuando las plantas se ven en situaciones de estrés, mientras que cuando el vegetal esta en regímenes óptimos, se conoce que los aminoácidos sintetizados en la raíz se distribuyen básicamente en los órganos de crecimiento.

En la fuente de variación cortes, la variable PCS mostro ser superior en el corte 3 con 1.11g, lo anterior indica que no existe un patrón en cuanto a secuencia de cortes para reducción o incremento de peso de la semilla.

Para la variable grado de madurez, los frutos cosechados en rojo mostraron ser estadísticamente superior, a los cosechados en verde obteniendo una diferencia significativa mínima de 0.06, lo cual nos indica que la etapa indicada para obtener semilla con mayor peso es en esta etapa de madurez



fisiológica, pues al tener madurez fisiológica total podremos obtener semillas de mejor calidad obteniendo mayor peso gradualmente a través de la etapa de madurez de los frutos, por lo que respecta al grado de madurez verde con 0.88 se obtiene menor peso específico de las semillas, debido a que las semillas no estaban fisiológicamente desarrolladas.

Lo obtenido en este trabajo los resultados coinciden con Pozo, 1993 considerando como aspecto de importancia el estado de maduración de los frutos y tiempo de postmaduración sobre la producción de las semillas, ya que al alcanzar el estado de madurez del fruto se incrementa la calidad de la misma. Para Somos, 1984; Edwards y Sundstrom, 1987 la importancia del grado de madurez radica en que esta puede afectar la capacidad germinativa de la semilla, obteniéndose la mejor calidad y rendimiento en madurez fisiológica (rojo).

## CONCLUSIONES

En base los datos obtenidos a partir del análisis de varianza y de la comparación de medias del mismo, se concluye que:

### Experimento 1.

- a). La aplicación de aminoácidos presentó efecto positivo sobre el número de semillas obtenidas por fruto, así como en la longitud y ancho del mismo.
- b). En la segunda y tercera fecha de corte se obtuvo mayor número de semillas por fruto y frutos de mayores dimensiones (largo y ancho) y peso.
- c). Los frutos con pigmentación verde presentaron mayor número de semillas por fruto, largo y ancho de fruto, y peso del mismo.
- d). Se encontraron interacciones significativas entre dosis de fertilización y grado de madures en las variables longitud y peso del fruto y peso de mil semillas. Asimismo entre fecha de corte y grado de madures para las variables número de semillas por corte, peso de fruto y peso de mil semillas.

### Experimento 2.

- a). Los resultados indican que el osmoacondicionamiento tiene un impacto positivo en el comportamiento de la germinación de la semilla, obteniendo efectos de incremento en la capacidad germinativa, uniformizando la

germinación en semillas sumergidas en PEG y estimulando el crecimiento del sistema radicular en la inmersión por 12 horas.

b). El osmoacondicionamiento tiene efecto de rejuvenecimiento de semilla en proceso de deterioro.

## LITERATURA CITADA

- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1993. Seed vigor testing handbook, Assn. Offic. Seed Anal. Hdbk. New York. pp. 32-34.
- Azcón B., J. y M. Talón. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. Disponible en línea en: [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/images/libros/Azcon\\_bieto](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/images/libros/Azcon_bieto). Fecha de consulta: Marzo de 2005.
- Bewley, J.D. and M. Black. 1982. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Vol II: viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 375 p.
- Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hort. Science 21:1105-1112.
- Bradford, K. J. 1990. A water relation analysis of seed germination rates. Plant Physiol. 94:840-849.
- Bray, C.M. 1995. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: Seed development and germination. Ed. J. Kigel and G. Galili (eds.) New York, Basel, Hong Kong, Marcel Dekker, Inc. pp. 767-789.

- Burgass, R. W. and A. A. Powell. 1984. Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. *Ann. Bot.* 53:753-757.
- Bruggink, G.T., J.J. Ooms and P.van der Toorn. 1999. Induction of longevity in primed seeds. *Seed Science Research* 9, 49-53.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed science and technology. Burgess Publishing Co. Minneapolis, Minnesota. United States of America. pp 120-144.
- Dahal, P., K. and J. Bradford. 1994. Hydrothermal time analysis of tomato seed germination at suboptimal temperature and reduce water potential. *Seed Science Research* 4:71-80.
- Delouche, J. C. 1971. Determinants of seed quality. 53-68. *Seed Technol. Lab. Mississippi State University.* Pp 53-68.
- Dibb, D. W., T. L. Roberts y R. M. Welch. 2006. De la cantidad a la calidad, la importancia de los fertilizantes en la alimentación humana. *Información agronómica* 60:2-9.
- Edwards, R. L. and F. J. Sundstrom. 1987. After ripening and harvesting effects on Tabasco pepper seed germination performance. *Hort Science* 22(3): 473-475.
- Gray, D., L.K. Drew R., W. Bujalski and A.W. Nienow. 1991. Comparison of polyethylene glycol polymers, betaine and L-proline for priming vegetable seeds. *Seed Sci. Technol.* 26:363-376.
- Golsworthy, A. J., L. Fielding, and M. B. J. Dover. 1982. "Flash imbibition": a method for the re-invigoration of age wheat seed. *Seed Sci. Technol.* 10:55-65.

- Henckel, P.A. 1964. Physiology of plants under drought. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 15:363-386.
- Henckel, P. A. 1982. Fisiología de las plantas al calor y a la sequía. Nauka, Moscú. 280 p.
- Heydecker, W., J. Higgins, and R.L. Gulliver. 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature* 246:42-44.
- Heydecker, W. and P. Coolbear. 1977. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. *Seed Sci. Technol.* 5:353-425.
- Heydecker, W. and B. M. Gibbins. 1978. The priming of seeds. *Acta horticulturae*, 83:213-23.
- Integrated Coating and Seed Technology (INCOTEC). 2000. Efectos de ácidos giberélicos y estratificación en la germinación de las semillas. Disponible en línea con la información en: <http://incotec.com/technologies/priming.htm>. Fecha de consulta: Diciembre de 2004.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rules for Seed Testing. Rules 1996. *Seed Sci & Technol*, Zürich, Switzerland. pp: 274-333.
- Khan A. A., K.L. Tao, J.S. Knypl, B. Borkowska and L.E. Powell. 1978. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. *Acta Hort.* 83:267-278.

- Khan A. A., C. M. Karszen, E. F. Leve and C. H. Roe. 1979. Preconditioning of seeds to improve performance. *In: Plant regulation and world agriculture*. T. K. Scott. (Ed) Plenum, New York. pp. 395-413.
- Khan, A. A., N. H. Peck, and C. Saminy. 1981. Seed osmoconditioning physiological and biochemical changes. *Israel J. Bot.* 24:133-144.
- Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. *Hort. Rev.* 14:131-181.
- Levitt, L.H. and P. C. Hamm. 1943. A method of increasing the rate of seed germination of *Taraxacum kok-saghyz*. *Plant Physiology.* 18:288-293.
- Laborde, J. A. y O. Pozo. 1984. Presente y pasado del chile en México. Publicación especial No 85. INIA, SARH. 80 p.
- McDonald, M. B. 2000. Seed priming. *In: Seed Technology and its biological basic*. M. Black and J.D. Bewley Sheffied (Eds.), Academic Press. pp. 286-325.
- Mendoza, H., D. Ljubetic y J.A. Sosa. 2004. Función de los aminoácidos en las plantas Disponible en línea con la información en: <http://www.uvademesa>. Consultado en abril de 2004.
- Mercanet. 2002. Chile picante. Disponible en línea en: <http://www.mercanet.cnp.go.cr> (2002). Fecha de consulta: Noviembre de 2005.
- Montes C., F. y J. Martínez. 1987. Reporte anual de investigación. Centro de investigaciones agropecuarias. FAUANL. Marín N.L. México. pp. 23-25.
- Murthy N.S.R. and B. S. Murthy. 1962. Natural cross-pollination in chili. *Andra Agric. Jour.* 9 (3), pp. 161-165.

- Orta, R., J. A. Sánchez., B. Muñoz. y E. Calvo. 1998. Modelo de hidratación parcial en agua para tratamientos revigorizadores, acondicionadores y robustecedores de semillas. *Acta Botánica Cubana* 121:1-8.
- Olguín L., M. A. 1996. Comercialización del chile ancho (*Capsicum annuum* L.) Var. Grosum y evaluación productiva en cuatro cultivares bajo condiciones de acolchado. Tesis de Licenciatura en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Pozo C., O. 1993. Aspectos relevantes de la producción de semillas en México. In: Mendoza O., L. E., E. Favela CH., P. Cano R. y J.H. Esparza M. (eds). Memoria del III Simposio Mexicano sobre semillas agrícolas. Del 20 al 22 de mayo de 1992. Torreón, Coah., México. pp. 58-66.
- Puente, P., C. y L. Bustamante G. 1991. Efecto del estado de madurez y postmaduración del fruto del chile (*Capsicum annuum* L.) sobre la calidad de su semilla. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícola A.C. IV Congreso Nacional.
- Ramírez, M., O. Pozo, L. A. Rodríguez, T. Medina y H. Villalón. 2002. Production technology for piquin pepper (*Capsicum annuum* L. Var Aviculare). Proceedings 16<sup>th</sup> International Pepper Conference. Nov. 10-12, 2002, Tampico, Tam., México. pp. 61-62.
- Rehman, S., J. C. Harris, and W. F. Bourne. 1998. Effects of presowing treatments with calcium salts, potassium salts, or germination and salt tolerance of *Acacia* seeds. *J. Plant Nutr.* 21:277-285.



- Sánchez, J. A. 1997. Efectos de los tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación sobre la biología reproductiva del pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de Maestría, Instituto de ecología y sistemática, La Habana, Cuba 70 p.
- SAS Institute Inc. 1999. SAS/STAT User's guide. SAS Inst. Inc., Cary, N.C. USA.
- SIAP-SAGARPA. 2002. Plan rector del sistema producto ornamentales. Disponible en línea: <http://www.sagarpa.gob.mx>. Fecha de consulta: Noviembre de 2005.
- Suzuki, H., S. Obayashi and H. Luo. 1989. Effects of salt solutions on the priming of several vegetable seeds. J. Japanese. Soc. Hort. Sci. 38:131-138.
- Tarquis, A. M. and J. T. Bradford. 1992. Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seeds. J. Expt. Bot. 43:307-317.
- Taylor, A. G., P. S. Allen, M. A. Bennett, K. J. Bradford, J. S. Burris and M. K. Misra. 1998. Seed enhancements. Seed Science Research 8:245-256.
- Thanos C., A., K. Georghiou, and M. Passam 1989. Osmoconditioning and ageing of pepper seeds during storage. Ann. Bot. 63:65-69.
- Valadez, L. A. 1996. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. México, D.F.
- Viaje de estancia junio de 2004. Empresa: Seminis Vegetables Seeds; San Quintín Baja California, México.

Wattsagro. 1999. El Cultivo del Chile. Disponible en línea con la información en:  
<http://www.wattsagro.com> (1999). Fecha de consulta: Diciembre de 2004.

Welbaum, G. E., Z. Shen, M. O. Oluoch and L. W. Jett 1998. The evolution and effects of priming vegetable seed. *Seed Technology* 20:209-235.